

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-358023  
(43)Date of publication of application : 11.12.1992

---

(51)Int. Cl. C21D 8/02  
C22C 38/00  
C22C 38/06

---

(21)Application number : 03-133070 (71)Applicant : NIPPON STEEL CORP  
(22)Date of filing : 04.06.1991 (72)Inventor : FUJIOKA MASAOKI  
ONOE YASUMITSU  
YOSHIE ATSUSHIKO  
FUJITA TAKASHI

---

## (54) PRODUCTION OF HIGH STRENGTH STEEL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To efficiently obtain a steel excellent in strength and toughness by performing rolling in the prescribed temp. region while holding a cast steel in which respective contents of C, Si, Mn, Al, and Fe are specified and then carrying out cooling, hardening, and tempering under the prescribed conditions.

CONSTITUTION: A steel having a composition consisting of, by weight, 0.02-0.25% C, 0.05-0.6% Si, 0.3-3.5% Mn,  $\leq 0.1\%$  Al, and the balance Fe is refined. A cast material of the above steel is hot-rolled without cooling down to  $\leq \text{Ar3}$  point or after reheating up to  $\geq \text{Ac3}$  point. Subsequently, the above steel is temporarily cooled down to  $\leq \text{Ar3}$  point and is then reheated again up to  $\geq \text{Ac3}$  point and cooled from  $\geq \text{Ar3}$  point down to  $\leq 500^\circ \text{C}$  at  $\geq 5^\circ \text{C/sec}$  cooling rate to undergo hardening. Then, the above steel is heated up to a temp. between  $450^\circ \text{C}$  and the  $\text{Ac1}$  point at  $\geq 1^\circ \text{C/sec}$  temp. rise rate and cooled at  $0.05\text{--}20^\circ \text{C/sec}$  cooling rate to undergo tempering.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-358023

(43) 公開日 平成4年(1992)12月11日

(51) Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 8/02		B 8116-4K		
C 2 2 C 38/00	3 0 1	A 7217-4K		
38/06				

審査請求 未請求 請求項の数2(全 9 頁)

(21) 出願番号	特開平3-193076	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大塚町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成3年(1991)6月4日	(72) 発明者	藤岡 琢磨 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式 会社中央研究本部内
		(72) 発明者	尾上 泰光 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式 会社中央研究本部内
		(72) 発明者	吉江 淳彦 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式 会社中央研究本部内
		(74) 代理人	弁理士 大関 和夫

最終頁に続く

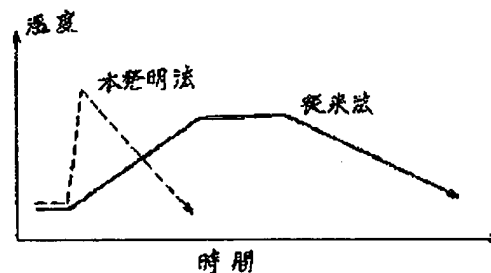
(54) 【発明の名称】 強靱鋼の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は焼入れ、焼戻しにより高強度鋼を製造する場合に、従来法に比して強度・靱性に優れ、なおかつ生産性の高い鋼板の製造方法を提供するものである。

【構成】 鋼を直送圧延あるいは再加熱の後に圧延して、一度  $A_{r1}$  点以下に冷却し、再び  $A_{c1}$  点以上の温度に加熱し、 $500^{\circ}\text{C}$  以下の温度まで  $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  以上の冷却速度で焼入れし、焼戻しを  $450^{\circ}\text{C}$  以上  $A_{c1}$  点以下の温度で行うが、このとき焼戻し温度までを  $1^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  以上の昇温速度で加熱し、焼戻し温度での保持を行わず、引き続いて  $0.05^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  以上  $2.0^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  以下の冷却速度で冷却することにより強度・靱性の優れた鋼を高効率に製造する。

【効果】 強度、靱性に優れた鋼を高効率で製造可能となる。



(2)

特開平4-358023

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で

C : 0.02~0.25%

Si : 0.05~0.60%

Mn : 0.3~3.50%

Al : 0.10%以下

残部がFeおよび不可避的不純物からなる鋼を焼造後A<sub>r3</sub>点以下に冷却することなくあるいはA<sub>c1</sub>点以上に再加熱し、熱間圧延を行い、一度A<sub>r3</sub>点以下に冷却し、再びA<sub>c1</sub>点以上の温度に再々加熱し、焼入れを行った後、さらに焼戻しを行う鋼板の製造方法において、焼入れ時の冷却をA<sub>r3</sub>点以上の温度から5℃/秒以上の冷却速度で500℃以下の温度までを行い、焼戻しを450℃以上A<sub>c1</sub>点以下の所定の焼戻し温度までの昇温速度を1℃/秒以上とし、焼戻し温度での保持を行わずその後の冷却速度を0.05℃/秒以上20℃/秒以下で冷却することを特徴とする生産効率の高い強靱鋼の製造方法。

【請求項2】 重量%で

C : 0.02~0.25%

Si : 0.05~0.60%

Mn : 0.3~3.50%

Al : 0.10%以下

さらに、

Cu : 3.0%以下

Ni : 10.0%以下

Cr : 10.0%以下

Mo : 9.5%以下

Co : 10.0%以下

W : 2.0%以下

Ti : 0.1%以下

Nb : 0.1%以下

V : 0.2%以下

B : 0.003%以下

の1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる鋼を焼造後A<sub>r3</sub>点以下に冷却することなくあるいはA<sub>c1</sub>点以上に再加熱し、熱間圧延を行い、一度A<sub>r3</sub>点以下に冷却し、再びA<sub>c1</sub>点以上の温度に再々加熱し、焼入れを行った後、さらに焼戻しを行う鋼板の製造方法において、焼入れ時の冷却をA<sub>r3</sub>点以上の温度から5℃/秒以上の冷却速度で500℃以下の温度までを行い、焼戻しを450℃以上A<sub>c1</sub>点以下の所定の焼戻し温度までの昇温速度を1℃/秒以上とし、焼戻し温度での保持を行わずその後の冷却速度を0.05℃/秒以上20℃/秒以下で冷却することを特徴とする生産効率の高い強靱鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は強靱な厚鋼板の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 鋼構造の大型化にともない、より強靱な鋼の開発が求められている。通常、引張り強度60kgf/mm<sup>2</sup>以上の鋼は焼入れによりマルテンサイトもしくはベイナイト変態を生じさせ、その後の焼戻し処理において過飽和固溶炭素をFeもしくは他の金属元素との炭化物として析出せしめる方法で製造されている。このような製造法としては、例えば特公昭63-42806号公報に記載がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、このような製造法は製造に要する時間も長く、製造費用も多大であるために製造コストが高いなどの問題点を含んでいる。その原因のひとつには焼戻し工程における熱処理（昇温、保持、冷却）に著しく時間を消費するということが挙げられる。また、金属学的な見地からも現在の焼戻し方法が、強度、塑性などの機械的特性に対して最適な金属組織状態を与えているとは言い難く、さらに強靱で低コストな高強度鋼の製造方法が求められている。

【0004】 本発明の目的はこのような強靱鋼の製造方法を提供しようとするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は上記のような従来法の欠点を有利に排除し得る強靱鋼の製造方法であり、その要旨とするところは次のとおりである。

(1) 重量%で

C : 0.02~0.25%

Si : 0.05~0.60%

Mn : 0.3~3.50%

Al : 0.10%以下

残部がFeおよび不可避的不純物からなる鋼を焼造後A<sub>r3</sub>点以下に冷却することなくあるいはA<sub>c1</sub>点以上に再加熱し、熱間圧延を行い、一度A<sub>r3</sub>点以下に冷却し、再びA<sub>c1</sub>点以上の温度に再々加熱し、焼入れを行った後、さらに焼戻しを行う鋼板の製造方法において、焼入れ時の冷却をA<sub>r3</sub>点以上の温度から5℃/秒以上の冷却速度で500℃以下の温度までを行い、焼戻しを450℃以上A<sub>c1</sub>点以下の所定の焼戻し温度までの昇温速度を1℃/秒以上とし、焼戻し温度での保持を行わずその後の冷却速度を0.05℃/秒以上20℃/秒以下で冷却することを特徴とする生産効率の高い強靱鋼の製造方法。

【0006】 (2) 重量%で

C : 0.02~0.25%

Si : 0.05~0.60%

Mn : 0.3~3.50%

Al : 0.10%以下

さらに、

Cu : 3.0%以下

Ni : 10.0%以下

(3)

特開平4-358023

3

Cr: 10.0%以下  
 Mo: 3.5%以下  
 Co: 10.0%以下  
 W: 2.0%以下  
 Ti: 0.1%以下  
 Nb: 0.1%以下  
 V: 0.2%以下  
 B: 0.003%以下

の1種または2種以上を含有し、残部がFeおよび不可避免的の不純物からなる鋼を鍛造後A<sub>r</sub>点以下に冷却することなくあるいはA<sub>c</sub>点以上に再加熱し、熱間圧延を行い、一度A<sub>r</sub>点以下に冷却し、再びA<sub>c</sub>点以上の温度に再び加熱し、焼入れを行った後、さらに焼戻しを行う鋼板の製造方法において、焼入れ時の冷却をA<sub>r</sub>点以上の温度から5℃/秒以上の冷却速度で500℃以下の温度までを行い、焼戻しを450℃以上A<sub>c</sub>点以下の所定の焼戻し温度までの昇温速度を1℃/秒以上とし、焼戻し温度での保持を行わずその後の冷却速度を0.05℃/秒以上20℃/秒以下で冷却することを特徴とする生産効率の高い強靱鋼の製造方法。

【0007】以下、本発明について詳細に説明する。本発明の基本となる考え方は以下の通りである。まず、金属学的な見地から直接焼入れを含む焼入れ、焼戻しで製造される鋼の強度、靱性について考えてみるとそれはまず第一に金属組織の微細さに依存している。通常、焼入れ、焼戻しで製造される鋼の金属組織はマルテンサイトとベイナイトからなり、その結晶粒が微細であるほど強靱である。また、金属組織中に存在する炭化物は析出強化に寄与することや破壊の起点となり得るといふ観点から微細に分散していることが望ましい。さらにマルテンサイト変態などの変態により導入された転位や加工されたオーステナイトから引き継がれた転位が金属組織中に多く残存することによって強度が上昇し、場合によっては可動転位が延性を促進することによって鋼の靱性を増す。一連の製造工程において上述のような金属組織状態を具現化し、なおかつ、生産性を阻害しない方法を実現することが必要である。本発明においては、焼戻し方法を刷新することによりこれを実現するものである。

【0008】一般に焼戻し工程で生じる主たる冶金現象は、①固溶炭素原子がセメントライトとして析出する、②固溶炭素原子がFe以外の金属元素との炭化物として析出する、③変態時に生じた金属組織中に残留する多数の転位が消滅あるいは著しく減少する、④マルテンサイト、ベイナイトの結晶粒が回復成長する、の4点であることが知られている。これらの現象は一般に焼戻しの温度が高いほどその進行が速い。従って、高温に長時間保持し、焼戻しが過剰に行われた鋼の状態はセメントライトやその他の炭化物が粗大化し、固溶炭素は少なく、変態初期に容易に移動できる転位や強化に寄与する転位もあまり残存しないものとなる。このような状態の鋼は強度

4

が低く、靱性の点でも劣る。一方、焼き戻しが不十分な鋼は固溶炭素原子や転位が多量に含有され、結晶粒の成長もそれほど進んでいないので極めて強度が高い。しかしながら炭素原子の過剰の固溶による靱性の劣化が著しい。従来法によれば固溶炭素を排出し、かつ転位を多く残留させ、析出および結晶粒を微細なままに保つために低温で長時間の保持を行う手段がとられていた。従って、生産性が極めて低い。

【0009】本発明者等の研究により、焼戻し時の昇温速度を従来法に比して増加させ、焼戻し温度での保持を行わず冷却することによって、炭素原子をセメントライトとして析出させて固溶量を減少させ、靱性を良好に保ち得ることが判った。また同時に従来法では昇温・保持中に生じていた（従来法では昇温速度が遅く、保持時間が長い）結晶粒および析出物の粗大化や転位の著しい減少を防ぐことができ、従来より強度、靱性の優れた鋼を製造できることが判明した。このような現象は昇温速度が大きい場合に特徴的な現象であり、新しい発見である。

【0010】また本発明法においては昇温時間がきわめて短いことから焼戻しにともなう前述の①から④のごとき強度、靱性を支配する冶金現象は従来法では昇温・保持中に生じているのに対して冷却中にも生じているものと推定される。従って、本発明法によれば単に強度、靱性に優れた鋼を製造するばかりでなく、冷却時の冷却速度を制御することにより、焼戻しが不十分で靱性を損なわない範囲で、焼戻しの進行を制御し、その材質を制御することも可能である。

【0011】次に、生産性の見地からは図1に示すように昇温速度を増加させ、保持を行わないために焼戻しに要する実処理時間を大幅に減少させることができ、生産性を著しく向上することが可能となるのである。即ち、本発明法を適用することによって、従来法に比してきわめて短時間で、強度、靱性に優れた鋼の製造が可能なのである。

【0012】このような新しい発見に基づき本発明法における鋼の化学成分、製造条件を詳細に調査した結果、本発明者らは請求項1、2に示したような強靱な厚鋼板の製造方法を創案した。以下に本発明の構成要件の限定の理由について述べる。Cは鋼の強化を行うのに有効な元素であり、0.02%未満では十分な強度が得られない。一方、その含有量が0.25%を超えると、溶接性を劣化させる。

【0013】Siは脱酸元素として、また鋼の強化元素として有効であるが、0.05%未満の含有量ではその効果がない。一方、0.60%を超えると、鋼の表面性状を損なう。Mnは鋼の強化に有効な元素であり、0.03%未満では十分な効果が得られない。一方、その含有量が3.50%を超えると鋼の加工性を劣化させる。

【0014】Alは脱酸元素として添加されるが、0.005%未満の含有量ではその効果がなく、0.10%

(4)

特開平4-358023

5

を超えると、鋼の表面性状を劣化させる。TiおよびNbはいずれも微量の添加で結晶粒の微細化と析出強化の面で有効に機能するので溶接部の靱性を劣化させない範囲で使用してもよい。このような観点からその添加量の上限を0.1%とする。

【0015】Cu、Ni、Cr、Mo、Co、Wはいずれも鋼の焼入れ性を向上させる元素であり、本発明の場合、その添加により鋼の強度を高めることができる。しかし、過度の添加は鋼の靱性および溶接性を損なうため、Cu:3.0%以下、Ni:10.0%以下、Cr:10.0%以下、Mo:3.5%以下、Co:10.0%以下、W:2.0%以下に限定する。

【0016】Vは析出強化により鋼の強度を高めるのに有効であるが、過度の添加は鋼の靱性を損なうために、その上限を0.10%とする。Bは鋼の焼入れ性を向上させる元素である。本発明における場合、その添加により鋼の強度を高めることができるが、過度の添加はBの析出物を増加させ鋼の靱性を損ねるのでその含有量の上限を0.0025%とする。

【0017】次に、本発明における製造条件に就いて述べる。本発明はいかなる鍛造条件で鍛造された鋼片についても有効であるので、特に鍛造条件を特定する必要はない。また、鋼片を冷却することなく、そのまま熱間圧延を開始しても一度冷却した鋼片をAc<sub>1</sub>点以上に再加熱した後に圧延を開始してもよい。なお、本発明においては圧延あるいは圧延後の冷却の条件に就いては特に規定するものではないが、これはA<sub>rs</sub>点以上の温度の圧延であれば、いかなる圧延、冷却を行っても本発明の有効性が失われないからである。ただし、本発明では焼戻しにより鋼中の結晶粒、炭化物を微細な状態に保つという目的があるので、本発明の効果を最大限に利用するためには再々加熱、焼入れ後に結晶粒が微細であることや、炭化物形成元素が固溶しているか、あるいは微細に析出していることが望ましい。従って、制御圧延や加速冷却を行って、圧延、冷却後の結晶粒や炭化物を微細にしておくことが好ましい。

【0018】次に、焼入れ前の再々加熱温度をAc<sub>1</sub>点以上の温度としたのはAc<sub>1</sub>点未満の温度では鋼の全体がオーステナイトへ変態せず、フェライト等の前組織が

6

残留してしまい焼入れにも引き継がれ、強度の低下や金属組織の不均一さのために靱性が劣化してしまうからである。また、本発明では焼戻しにより鋼中の固溶炭素原子、結晶粒、炭化物、転位の状態を制御するものであるから、フェライトやパーライトからなる組織に対しては固溶炭素や転位が残存しておらず、炭化物もかなり成長していると考えられるので、その有効性は期待できない。従って、焼入れ後の金属組織としてはマルテンサイトもしくはベイナイトであることが必要である。そこでA<sub>rs</sub>点以下の冷却速度を5℃/秒以上と限定した。また、冷却の終了温度を500℃以下と限定したのはこれを超えるとマルテンサイト、ベイナイトの組織が得られないからである。

【0019】次に、焼戻し条件についてであるが、焼戻し温度を450℃以上としたのはこれ未満では温度が低すぎ固溶炭素を短時間で容易に析出させることができないからである。また、焼戻し温度をAc<sub>1</sub>点以下としたのはAc<sub>1</sub>点を超えると変態が生じてしまい、強度の低下や組織の不均一さのために靱性が劣化してしまうからである。焼戻し中の昇温速度を1℃/秒以上としたのは、それ未満では昇温中に転位の回復、組織・析出物の粗大化、固溶炭素原子の析出が生じてしまい、強度、靱性を高めることができないからである。

【0020】最後に、焼戻し後の冷却速度を0.05℃/秒以上20℃/秒以下としたのは、0.05℃/秒未満では冷却中に転位の回復、結晶粒や析出物の粗大化、固溶炭素原子の析出が過剰に進行し、高い強度が得られなくなるからである。また20℃/秒としたのはこれを超えると焼戻しが不十分となり固溶炭素原子の析出が十分に行われず、靱性の劣化を生じるからである。

【0021】

【実施例】次に本発明の有効性を実施例に基づいて示す。表1、2は実施例の鋼の成分を示すものである。このような成分の鋼を表3～8に示す製造条件で製造した場合に、同じく表3～8に示すような強度、靱性、焼戻しに要した処理時間が得られた。

【0022】

【表1】

(5)

特開平4-358023

7

8

出発鋼	鋼	鋼の化学成分(重量%)								
		C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
本発明鋼	A	0.15	1.5	0.20	0.035	0.004	-	-	-	-
"	B	0.12	1.4	0.25	0.036	0.005	-	-	-	-
"	C	0.12	1.4	0.28	0.003	0.004	-	-	-	0.5
"	D	0.08	1.0	0.20	0.004	0.004	0.4	1.0	0.5	0.5
"	E	0.10	0.8	0.25	0.004	0.005	-	3.0	1.0	0.5
"	F	0.12	1.4	0.18	0.004	0.003	-	-	-	0.5
"	G	0.07	1.2	0.30	0.005	0.006	1.0	2.0	0.5	0.5
"	H	0.12	1.4	0.22	0.003	0.004	-	-	-	-
"	I	0.08	1.3	0.21	0.007	0.004	-	-	-	-
比較鋼	J	0.10	1.0	0.20	0.006	0.003	0.2	1.0	0.5	4.0
"	K	0.12	1.0	0.27	0.005	0.004	-	-	-	-

下線は本発明法に合致しない項目を示す

【0023】

20 【表2】

(表1のつづき)

出発鋼	鋼	鋼の化学成分(重量%)								
		Nb	Ti	V	Ta	Co	W	Al	B	N
本発明鋼	A	-	-	-	-	-	-	0.030	-	0.002
"	B	0.03	0.04	0.01	-	-	-	0.028	-	0.003
"	C	0.01	0.01	-	-	-	-	0.028	0.0015	0.004
"	D	-	-	0.02	-	-	-	0.050	0.0018	0.003
"	E	-	-	-	-	-	-	0.023	-	0.003
"	F	-	-	-	-	-	-	0.038	0.0010	0.004
"	G	0.01	0.01	-	-	-	-	0.030	-	0.003
"	H	0.01	0.01	-	0.01	0.5	0.2	0.080	-	0.003
"	I	-	-	-	-	-	-	0.040	0.0010	0.003
比較鋼	J	-	-	-	-	-	-	0.020	0.0015	0.003
"	K	<u>0.15</u>	<u>0.5</u>	<u>0.5</u>	-	-	-	0.040	-	0.004

下線は本発明法に合致しない項目を示す

【0024】

40 【表3】

(6)

特開平4-358023

9

10

	No.	鋼	直送圧延と 再加熱圧延 の区別	圧延開始温度 (直送圧延時) ある場合は再加熱 温度 (°C)	ス ラ ブ 厚 (mm)	板 厚 (mm)	圧延終 了温度 (°C)	圧延 後水 冷の 有無	再々 加熱 温度 (°C)	再々加 熱後冷 却開始 温度 (°C)	再々加 熱後冷 却速度 (°C/ 秒)	冷却 終了 温度 (°C)
本発明鋼	1	A	再加熱圧延	1150	240	15	880	無	850	840	38	20
比較鋼	2	A	"	1150	240	15	880	無	850	845	38	20
本発明鋼	3	B	"	1150	240	15	880	無	850	840	40	20
比較鋼	4	B	"	1150	240	15	880	無	850	840	1	20
本発明鋼	5	C	"	1150	240	25	880	有	880	830	28	20
"	6	C	直送圧延	980	240	25	880	有	880	830	25	120
比較鋼	7	C	再加熱圧延	1150	240	20	880	有	880	830	30	520
"	8	C	直送圧延	970	240	15	870	有	880	750	27	40
本発明鋼	9	D	再加熱圧延	1050	240	30	880	無	880	870	15	20
"	10	D	"	1050	240	30	880	無	1025	1020	18	20

下線は本発明法に合致しない項目を示す

【0025】

【表4】

(表3のつづき-1)

	No.	鋼	焼戻し温 度 (°C)	焼戻し温 度での保持 時間 (秒)	焼戻し温度 までの昇温 速度 (°C/秒)	焼戻し温度 までの保持 後の冷却速 度 (°C/秒)	圧延後の冷却 終了から焼戻 し開始までの 時間 (秒)	引張強 度TS (kgf/ mm <sup>2</sup> )	伸び % <sub>TS</sub>	備 考
本発明鋼	1	A	630	0	6	0.5	102	65	-65	
比較鋼	2	A	680	0	6	0.5	102	43	-20	Ac <sub>1</sub> =680 °C
本発明鋼	3	B	620	0	2	0.05	300	78	-80	
比較鋼	4	B	620	0	2	0.05	300	51	-48	
本発明鋼	5	C	630	0	12	2	51	82	-59	
"	6	C	530	0	5	10	102	102	-89	
比較鋼	7	C	630	0	7	2	1.4	61	-62	Ar <sub>3</sub> =785 °C
"	8	C	630	0	5	5	113	63	-50	
本発明鋼	9	D	640	0	5	10	124	115	-115	
"	10	D	640	0	5	5	124	111	-112	

下線は本発明法に合致しない項目を示す

【0026】

【表5】

(7)

特開平4-358023

11

12

(表3のつづき-2)

	No	鋼	焼結圧延と再加熱圧延の区別	圧延開始温度(直送圧延時)あるいは再加熱温度(℃)	スラブ厚(mm)	製品厚(mm)	圧延終了温度(℃)	圧延後水冷の有無	再加熱温度(℃)	再々加熱後冷却開始温度(℃)	再々加熱後冷却速度(℃/秒)	冷却終了温度(℃)
本発明鋼	11	D	"	1050	240	30	890	無	1050	1040	19	20
比較鋼	12	D	"	1050	240	30	890	無	980	980	20	20
"	13	D	"	1050	240	30	890	無	1025	1020	21	20
"	14	D	"	1050	240	20	890	無	1050	1040	23	20
本発明鋼	15	E	"	1150	150	20	790	有	980	970	8	200
"	16	E	直送圧延	970	150	20	780	有	980	970	10	40
比較鋼	17	E	再加熱圧延	1150	150	20	790	有	980	970	10	220
"	18	E	直送圧延	985	150	20	780	有	980	970	15	20
本発明鋼	19	F	再加熱圧延	1100	50	20	760	無	1100	1092	30	20

下線は本発明法に合致しない項目を示す

【0027】

【表6】

(表3のつづき-3)

	No	鋼	焼戻し温度(℃)	焼戻し温度での保持時間(秒)	焼戻し速度(℃/秒)	焼戻し温度までの昇温速度(℃/秒)	圧延後の冷却終了から焼戻し保持終了までの時間(秒)	引張強度TS(MPa)	伸びvtrs(%)	備 考
本発明鋼	11	D	840	0	12	0.2	52	118	-107	
比較鋼	12	D	840	0	5	<u>0.01</u>	124	82	-78	
"	13	D	840	<u>3300</u>	<u>0.3</u>	2	5680	75	-78	
"	14	D	840	0	5	<u>30</u>	124	123	-65	
本発明鋼	15	E	690	0	25	5	16	95	-110	
"	16	E	690	0	25	5	224	98	-118	
比較鋼	17	E	<u>725</u>	0	7.5	5	67	78	-71	Ac <sub>1</sub> =705℃
"	18	E	<u>390</u>	0	7.5	5	48	120	-62	
本発明鋼	19	F	680	0	2	20	320	91	-60	

下線は本発明法に合致しない項目を示す

【0028】

【表7】



(5)

特開平4-358023

13

14

(表3のつづき-4)

	No.	鋼	加熱履歴と再加熱圧延の区別	圧延開始温度(加熱圧延時)あるいは再加熱温度(℃)	スラブ厚(mm)	鋼品種(000)	圧延終了温度(℃)	圧延後水冷の有無	再加熱温度(℃)	再加熱後冷却開始温度(℃)	再加熱後冷却速度(℃/秒)	冷却終了温度(℃)
本発明鋼	20	F	直送圧延	965	50	20	819	無	1100	1035	20	20
比較鋼	21	F	再加熱圧延	1100	50	20	805	無	1100	1035	25	20
本発明鋼	22	G	"	1200	240	30	850	無	950	940	7.5	20
"	23	G	"	1200	240	35	890	有	950	940	20	280
比較鋼	24	G	"	1200	240	35	890	無	950	940	20	20
本発明鋼	25	H	"	1150	240	10	785	無	1000	980	50	20
"	26	H	"	1150	240	10	890	無	1000	980	50	20
比較鋼	27	H	"	1150	240	10	850	無	1000	980	8.5	20
"	28	J	"	1150	240	25	847	無	950	940	25	20
"	29	K	"	1150	150	20	890	無	950	945	25	20
本発明鋼	30	I	"	1150	240	15	920	無	950	940	33	20
比較鋼	31	I	"	1150	240	15	930	無	950	940	33	20

下線は本発明法に合致しない項目を示す

【0029】

【表8】

(表3のつづき-5)

	No.	鋼	焼戻し温度(℃)	焼戻し温度での保持時間(秒)	焼戻し温度までの昇温速度(℃/秒)	焼戻し温度までの保持後の冷却速度(℃/秒)	圧延後の冷却終了から焼戻し保持終了までの時間(秒)	引張強度T <sub>3</sub> (kgf/mm <sup>2</sup> )	韌性V <sub>IT<sub>3</sub></sub> (℃)	備 考
本発明鋼	20	F	630	0	2	20	320	94	-102	
比較鋼	21	F	650	2400	0.1	20	8600	72	-98	
本発明鋼	22	G	590	0	15	0.5	37	90	-105	
"	23	G	580	0	15	0.5	13	89	-95	
比較鋼	24	G	590	0	0.05	0.5	11200	67	-98	
本発明鋼	25	H	640	0	60	1.0	10	105	-94	
"	26	H	640	0	60	1.0	10	101	-91	
比較鋼	27	H	640	0	60	1.0	10	54	-93	
"	28	J	480	0	5	5	94	125	-20	
"	29	K	490	0	10	10	47	95	-5	
本発明鋼	30	I	630	0	6	0.5	102	78	-91	
比較鋼	31	I	630	1600	0.3	0.5	3830	58	-85	

下線は本発明法に合致しない項目を示す

【0030】

【発明の効果】本発明法は比較法に比べ明らかに生産性が高く、強度・韌性に優れた鋼を製造することが可能で

あり、本発明は有効である。

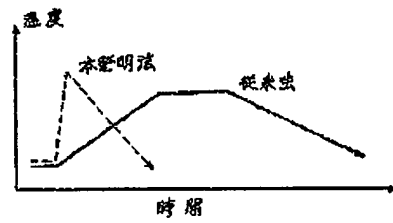
【図面の簡単な説明】

【図1】昇温速度と焼戻しの実処理時間の関係を示す。

(9)

特開平4-358023

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 藤田 崇史  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社中央研究本部内